

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-233354

(43)Date of publication of application : 02.09.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 6/32

G03F 7/20

(21)Application number : 09-036223

(71)Applicant : USHIO INC

(22)Date of filing : 20.02.1997

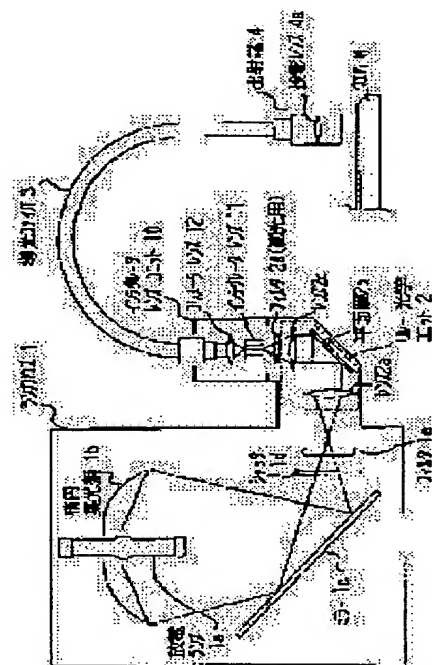
(72)Inventor : OSAWA OSAMU

(54) ULTRAVIOLET RADIATION APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ultraviolet radiation apparatus enabling the uniformization of irradiance distribution over an irradiation range and the exposure without decreasing throughput within a relatively wide exposure range even using a large diameter optical fiber.

SOLUTION: Light including ultraviolet light radiated by a discharge lamp 1a converges with an elliptic condensing mirror 1b, and the light is transferred to an integrator lens 11 through a plane mirror 1c, a shutter 1d, a filter 1e and a relay optical unit 2, and the irradiation is uniformized at the integrator lens 11, and the light enters a collimator lens 12. The collimator lens 12 shapes the light emitted from the integrator lens 11 to equalize the incident angle of the light entering the perimeter of an optical fiber 3 with the incident angle of the light radiated to the vicinity of the center. The light entering the optical fiber 3 is guided until an emission end 4, and radiated to a wafer W coated with resist by a projection lens 4a provided at the emission end 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 29.01.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-233354

(43)公開日 平成10年 (1998) 9月2日

(51)Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

G 0 2 B 6/32

G 0 3 F 7/20

5 0 2

H 0 1 L 21/30 5 7 7

G 0 2 B 6/32

G 0 3 F 7/20 5 0 2

H 0 1 L 21/30 5 2 7

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平9-36223

(22)出願日

平成9年 (1997) 2月20日

(71)出願人 000102212

ウシオ電機株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝日

東海ビル19階

(72)発明者 大澤 理

神奈川県横浜市青葉区元石川町6409 ウシ

オ電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 長澤 俊一郎

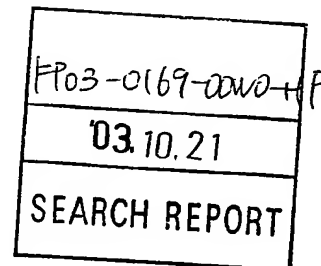
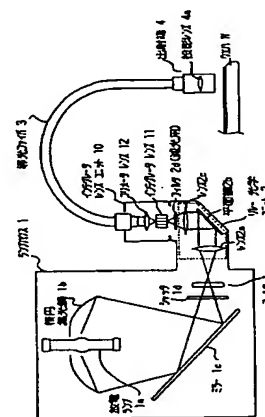
(54)【発明の名称】 紫外線照射装置

(57)【要約】

【課題】 大口径の導光ファイバを使用しても照射範囲の放射照度分布を均一化でき、比較的広い露光範囲をスループットを低下させずに露光できる紫外線照射装置を実現すること。

【解決手段】 放電ランプ1 aが放射する紫外光を含む光は楕円集光鏡1 bで集光され、平面鏡1 c、シャッター1 d、フィルタ1 e、リレー光学ユニット2を介してインテグレートレンズ1 1に入射し、インテグレートレンズ1 1において照度が均一化され、コリメータレンズ1 2に入射する。コリメータレンズ1 2はインテグレートレンズ1 1から出射する光を整形し、導光ファイバ3の周辺部および中心付近に入射する光の入射角を等しくする。導光ファイバ3に入射した光は、出射端4まで導光され、出射端4に設けられた投影レンズ4 aによりレジストが塗布されたウエハW上に照射される。

本発明をウエハ周辺部露光装置に適用した実施例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 楕円集光鏡と、

上記楕円集光鏡の第1焦点にアーク部分が位置するように設置されたショートアーク形の放電ランプと、導光ファイバとを備えた紫外線照射装置において、上記楕円集光鏡の第2焦点位置に光入射部が位置するようにインテグレートレンズを設置するとともに、上記インテグレートレンズの光出射側にコリメータレンズを設置し、コリメータレンズからの光を上記導光ファイバに入射させることを特徴とする紫外線照射装置。

【請求項2】 導光ファイバの径をB、コリメータレンズと導光ファイバとの距離をL 2、導光ファイバのファイバ素線の開口数をNAとしたとき、導光ファイバへの最大入射角 β を $\sin \beta \leq 1.3NA$ とし、コリメータレンズの径Cを下式を満たす径とした

$$C \geq B + 2 \cdot L \cdot \tan \beta$$

ことを特徴とする請求項1の紫外線照射装置。

【請求項3】 上記楕円集光鏡と該楕円集光鏡の第1焦点位置にショートアーク形の放電ランプが設置され、上記楕円集光鏡の第2焦点位置である放電ランプのアークの結像位置に光出射孔が設けられたランプハウスと、光入射部が上記光出射孔に着脱可能に構成された導光ファイバと、インテグレートレンズとコリメータレンズとが収納され、インテグレートレンズ側と、コリメータレンズ側にそれぞれ第1、第2の開口部が設けられており、第1の開口部が上記光出射孔に着脱可能に構成され、上記導光ファイバが第2の開口部に着脱可能に構成されたインテグレートレンズユニットとからなり、インテグレートレンズユニットを上記筐体の光出射孔に取り付けたとき、上記インテグレートレンズの光入射部が上記放電ランプのアークの結像位置に位置し、導光ファイバを上記光出射孔に取り付けたとき、導光ファイバの光入射部が上記インテグレートレンズと上記コリメータレンズとによって投影された上記放電ランプのアークの結像位置に位置するように構成したことを特徴とする請求項1または請求項2の紫外線照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体ウエハ周辺部の露光、スポットキュアなどに使用される紫外線照射装置に関し、特に本発明は、照射範囲に均一度の良い放射照度分布を実現することができる紫外線照射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ショートアークランプと集光鏡等の光学部品とからなるランプハウスに導光用ファイバを取り付けた光照射装置は、ファイバの距離が比較的長くなっても（5m程度まで）照度がほとんど低下せず、また、比

較的自由にファイバを曲げることができる。このため、ランプハウスの光出射部を被照射物の近くに配置することができなくても、ファイバの光出射端を所定の位置に配置することで、任意の位置を高い照度で照射することができる。

【0003】 上記光照射装置を利用した主な装置として、次のものが上げられる。

（1）半導体ウエハの周辺部の不要レジストを露光する装置（以下、ウエハ周辺部露光装置という）。図6は上記ウエハ周辺部露光装置の構成の一例を示す図であり、同図はフィルタ1eと導光ファイバ3の入射端との間にリレー光学ユニット2を設けた場合を示している。同図において、1aは例えばショートアーク形放電ランプであり、放電ランプ1aが放射する紫外光を含む光は、楕円集光鏡1bで集光され、平面鏡1c、シャッター1d、フィルタ1eを介して、リレー光学ユニット2に入射する。

【0004】 リレー光学ユニット2は、レンズ2a、平面鏡2b、レンズ2cから構成されており、上記フィルタ1eを介して入射する光を、放射照度に応じて切り換えられる減光用フィルタ2dを介して導光ファイバ3の光入射端に投影する。導光ファイバ3に入射した光は、導光ファイバ3により出射端4まで導光され、出射端4に設けられた投影レンズ4aによりレジストが塗布されたウエハW上に投影される。導光ファイバ3は例えば直角な頂部を持ち斜め45°に配列され光ファイバ束から構成されており、ウエハW上の光照射領域は同図Aに示す形状となる。上記のようにウエハW上に光を照射し、露光光出射部である出射端4とウエハWとの相対位置を移動させることにより、ウエハWの周辺部を例えば階段状に露光する。

【0005】（2）スポットUV照射装置

例えば、光硬化性樹脂を接着剤として複数の光学レンズを貼り合わせる際、局所的に紫外線を照射するためのスポットUV照射装置が用いられる。図7は上記スポットUV照射装置の構成の一例を示す図である。同図において、1はランプハウスであり、ランプハウス1内に、例えばショートアーク形の放電ランプ1a、楕円集光鏡1b、平面鏡1c、シャッター1dが設けられており、放電ランプ1aが放射する紫外光を含む光は、楕円集光鏡1bで集光され、平面鏡1c、シャッター1dを介して、ランプハウス出射部1fに取り付けられた導光ファイバ3の光入射端に入射する。導光ファイバ3は例えば同図に示すように複数本に分岐しており、上記導光ファイバ3の光入射端に入射した光は、各導光ファイバ3に分岐されて出射端4から出射し、被照射物に照射される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記したウエハ周辺部露光装置により、露光パターンの外縁に沿ってウエハWを階段状に露光する等、比較的広い露光範囲を露光する

場合には次のような問題が生ずる。

(1) 導光ファイバ3の出射端4からワークW上に照射される光の面積（以下、照射面積という）が狭いと、照射光を露光領域全体に渡って移動させる距離が長くなる。その結果、全体の露光時間が長くなり、スループットが長くなる。

(2) 放射照度を高くすれば、照射範囲の移動速度を速くすることができるが、その場合には、高い放射照度が得られるランプ、即ち輝度の高い（入力電力が大きい、および／または電極間距離が短い）ランプを用いなければならず、このようなランプは一般に短寿命である。

【0007】(3) 均一な放射照度で照射範囲を広くできれば、照射範囲の移動時間（移動距離）を短くすることができる。しかし、導光ファイバ3から出射される光は一般に放射照度の場所むらがある。このため、照射範囲を広くとると、照射範囲内に必要な照度（所定の露光時間内に所定の露光量をレジストに対して与えることができる放射照度）以下の部分や、必要な照射照度以上の部分がでてくる。そして、放射照度の低い部分に合わせて露光時間を長くすると、処理時間が長くなる。すなわち、放射照度分布を均一にし、照射範囲の全域に渡って、必要な放射照度を得られるようにしないと、スループットを速くすることができない。

【0008】ここで、導光ファイバ3の光入射端において集光された光は放射照度分布が均一でなく、中央付近のファイバ素線には高い放射照度の光が入射し、周辺部のファイバ素線には低い放射照度の光が入射する。上記導光ファイバ3はファイバ素線（直径約0.2mm）を数千本ランダムに束ねて構成されており、このため、図8に示すように導光ファイバ3に入射した光の照度分布は、導光ファイバ3の出射端においては、照射範囲の中央部の放射照度が高く、周辺部の放射照度が低いという照度分布ではなくなり、高い放射照度の部分と低い放射照度の部分が照射範囲全体に分布し、巨視的には均一化されるものの、低い照度の光が入射したファイバ素線からは低い放射照度の光が出射し、高い照度の光が入射した素線からは高い放射照度の光が出射するので、照射範囲における放射照度のバラツキ自体は光入射端側と同様大きい。

【0009】照射範囲が狭い場合は、導光ファイバも小口径でよく、導光ファイバの受光面での放射照度の均一度は実用上問題が生じなかったが、照射範囲を広げるため、導光ファイバの口径を大きくすると、図9に示すように放射照度の低い部分も利用することになり、上記した放射照度のバラツキが特に大きくなる。すなわち、輝度の高いランプを使用することなく、比較的広い露光範囲をスループットを低下させずに露光するためには、大口径の導光ファイバを用いても均一度の良い放射照度分布を持つ照射範囲を実現する必要がある。特に、前記図7に示したスポットUV照射装置においては、導光ファ

イバ3の入射端の口径が大きく、また、導光ファイバ3が複数に分岐しているため、導光ファイバ3に入射する照度分布の影響が強く出射光に現れ、各分岐の放射照度の差が大きくなる傾向にある。

【0010】本発明は上記した事情に鑑みなされたものであって、大口径の導光ファイバを用いても、照射範囲の放射照度分布を均一化することができ、比較的広い露光範囲をスループットを低下させずに露光することができる紫外線照射装置を実現することである。

10 【0011】

【課題を解決するための手段】放射照度分布の均一度を改善するためには、次の方法が考えられる。

(1) 光の出射端と照射面との距離を長くする。この場合には、照度が低下し、露光時間が長くなりスループットが低下するので、好ましくない。

(2) インテグレートレンズを使用する。インテグレートレンズを使用すれば、放射照度分布の均一度を改善することが可能であるが、インテグレートレンズを設ける場所により、次のような問題が生ずる。

20 【0012】(a) 導光ファイバ出射端側にインテグレートレンズを設けた場合。

出射端が大型化し、大型の出射端保持手段が必要になる。また、照射範囲、照射形状に応じて各製品毎にインテグレートレンズを設計する必要がありコストアップとなる。さらに、前記図7に示したように、一本のファイバを多分岐して同時照射を行う場合、分岐したファイバの各々の出射端にインテグレートレンズが必要となり、コストがアップする。

30 (b) 導光ファイバの入射端側にインテグレートレンズを設けた場合。

この方法によれば、導光ファイバの入射面での放射照度分布は良くなるが、ファイバの入射端に入射する光の角度がファイバの中央部と周辺部とでは異なり、ファイバの周辺部ほど光の入射角度が大きくなるため、NAの値が小さい石英ファイバ等では、光の利用効率が低下し照度が低下する。したがって、放射照度分布は十分に改善されない。なお、NAは、何度までの斜め入射光を取り込めるかを示す値であり、開口数を表す。

40 【0013】400nm以下の波長の光を用い、例えばi線用レジストを露光する場合、上記した導光ファイバ3として、400nm以下の短波長の光も透過することができる石英を材質とした石英ファイバが使用されるが、石英は上記したNAの値が小さい（石英のNAは0.2～0.22）。NAの値が0.2の場合は、導光ファイバ3の入射端面に垂直な直線に対して11.5°以上、NAの値が0.22の場合には12.7°以上の斜めからの光は導光ファイバ3内に入射しない。導光ファイバ3の入射面において、周辺部のファイバ素線になるほど、光の入射角が大きくなるので、照射範囲を広げるため導光ファイバ径を大きくすると、周辺部のファイ

バ素線においては入射角の大きな光が多くなり、導光ファイバ3に入射可能な光はさらに少なくなる。したがって、周辺部のファイバ素線から出射される光の放射照度が低下し、放射照度分布が改善されない。

【0014】例えば、図10に示すように、 $\phi 13\text{mm}$ のインテグレートレンズ11を $\phi 13\text{mm}$ 、 $\text{NA}=0.22$ の導光ファイバ3の入射端側に設け、インテグレートレンズ11と導光ファイバ3の間隔を 27.1mm にした場合、導光ファイバ3の中心部のファイバ素線には、入射角 θ が $0^\circ \sim 13.5^\circ$ の光が照射され、導光ファイバ3の周辺部のファイバ素線には、入射角 δ が $0^\circ \sim 25.6^\circ$ の光が照射される。導光ファイバ3のNAが0.22の場合には、前記したようにファイバの入射面に垂直な直線に対して 12.7° 以上の斜めからの光は入射できないので、導光ファイバ3の周辺部においては、照射される光の半分以上が利用できない。

【0015】以上のように、導光ファイバ3の入射端側にインテグレートレンズ11を設けただけでは、周辺部のファイバ素線から出射される光の放射照度が低下する。そこで、本発明においては、導光ファイバ3の入射端側にインテグレートレンズ11とコリメータレンズ12を取り付け、楕円集光鏡で集光された光をインテグレートレンズ11、コリメータレンズ12を介して主光線が入射端面に対し垂直になるように導光ファイバ3に入射させる。上記のようにインテグレートレンズ11の出射側にコリメータレンズ12を設けることにより、入射した光がインテグレートレンズ11で均一化され、コリメータレンズ12の作用により投影面に対する主光線の入射角が垂直になるように整形され、均一な放射照度を持ち、主光線の入射角が垂直に整形された光が導光ファイバに入射する。その結果、導光ファイバから出射する光の放射照度を均一化することができる。

【0016】ここで、上記インテグレートレンズ11、コリメータレンズ12、導光ファイバ3の径とそれらの間隔を次のように設定することにより、放射照度を低下させることなく、効果的に導光ファイバ3から出射する光の放射照度を均一化することができる。図11に示すように、インテグレートレンズ11への光の入射角を θ とし、インテグレートレンズ11からの光の最大出射角を α としたとき、 α が次の範囲内に入るようにする。
 $\alpha = 0.8\theta \sim 1.2\theta$

【0017】ここで、インテグレートレンズ11の径をA、導光ファイバ3の径をB、コリメータレンズ12の径をCとし、インテグレートレンズ11からの光の最大出射角を α とすると、図11から明らかなように、インテグレートレンズ11とコリメータレンズ12との距離L1、導光ファイバ3への最大入射角 β は次のように定まる。なお、上記距離L1はコリメータレンズ12の焦点距離f1に等しい。

$$L1 = (1/\tan \alpha) \times (B/2)$$

$$= (1/\tan \beta) \times (A/2)$$

$$A \cdot \tan \alpha = B \cdot \tan \beta$$

$$\tan \beta = (A/B) \tan \alpha \quad (1)$$

すなわち、上記最大入射角 β とインテグレートレンズ11から出射する光の最大出射角 α が定まると、上記

(1)式によりインテグレートレンズ11の径Aと導光ファイバ3の径Bの比が定まる。

【0018】また、図11から明らかなように、コリメータレンズ12のC径は、次の(2)式を満たす必要がある。

$$C \geq B + 2 \cdot L2 \cdot \tan \beta \quad (2)$$

すなわち、上記(1)(2)式を満たすように、インテグレートレンズ11、コリメータレンズ12、導光ファイバ3の径および距離を選定することにより、インテグレートレンズ11が出射する光を最大入射角 β で導光ファイバ3に入射させることができる。なお、インテグレートレンズ11とコリメータレンズ12との距離L1とコリメータレンズ12と導光ファイバ3との距離L2は、コリメータレンズ12の設計上、次の条件を満たすことが望ましい。

$$L2 = 0.4L1 \sim L1$$

【0019】次に、上記導光ファイバ3への最大入射角 β と、導光ファイバ3の開口数(=NA)について説明する。導光ファイバを構成するファイバは一般に図12(a)に示すようにコアとクラッドから構成されており、ファイバに角度 θ で斜めに入射した光は、同図に示すように、コアとクラッドの境界で折り返され、コアとクラッドの臨界角 θ_c に近い進路ですすむ。上記構成のファイバにおいて、ファイバのNA(開口数)は一般に次の式で求められる。

$$\text{NA} = \sin \theta$$

$$\text{NA} = \sqrt{(n_1^2 - n_2^2)}$$

n_1 : コアの屈折率

n_2 : クラッドの屈折率

θ : ファイバへの最大入射角

【0020】また、導光ファイバのファイバ素線のNA値を測定すると、図12(b)の実線に示すようなカーブが得られる。同図において、横軸は $\sin \theta_i$ (θ_i はファイバへの入射角)、縦軸は導光ファイバに入射する相対光量(%)であり、通常、ファイバ素線の入射面に垂直入射する光量を100%としたとき、5%の光量を入射できる角度を $\sin \theta$ で表し開口数としている。一方、ファイバ素線を束ねて、導光ファイバとして使用する場合は、図12(c)に示すようにファイバ素線の端面の素線1本、1本は完全に同一面にはならず、各々少しずつ面の角度が異なっており、NAの測定を行うと、図12(b)の点線のようなカーブとなる。

【0021】すなわち、ファイバ素線を束ねた導光ファイバにおいては、入射する光の角度が最大 1.3NA になるようにすれば、導光ファイバに入射する光の99%

以上を取り込めることになる。また、1.3NAより入射角が大きくなる光学系は入射した光を有効に利用することができない。従って、導光ファイバ3のファイバ素線の開口数をNAとしたとき、前記最大入射角 β の正弦値が1.3NA以下となるように選定すれば、上記したように導光ファイバに入射した光を効率的に取り込むことができる。すなわち、導光ファイバの開口数をNA、導光ファイバへの最大入射角を β としたとき、次の

(3) 式を満たすように最大入射角 β を選定するのが望ましい。

$$\sin \beta \leq 1.3NA \quad (3)$$

【0022】本発明は上記点に着目してなされたものであり、前記課題を次のようにして解決する。

(1) 上記楕円集光鏡の第1焦点にアーク部分が位置するように設置されたショートアーク形の放電ランプと、導光ファイバとを備えた紫外線照射装置において、上記楕円集光鏡の第2焦点位置に光入射部が位置するようにインテグレートレンズを設置するとともに、上記インテグレートレンズの光出射側にコリメータレンズを設置し、コリメータレンズからの光を上記導光ファイバに入射させる。

【0023】(2) 上記(1)において、導光ファイバの径をB、コリメータレンズと導光ファイバとの距離をL2、導光ファイバのファイバ素線の開口数をNAとしたとき、導光ファイバへの最大入射角 β を $\sin \beta \leq 1.3NA$ とし、コリメータレンズの径Cを下式を満たす径とする。

$$C \geq B + 2 \cdot L2 \cdot \tan \beta$$

【0024】(3) 上記(1)(2)において、紫外線照射装置を、上記楕円集光鏡とショートアーク形の放電ランプが内部に設置され、上記楕円集光鏡の第2焦点位置である放電ランプのアークの結像位置に光出射孔が設けられたランプハウスと、光入射部が上記光出射孔に着脱可能に構成された導光ファイバと、上記インテグレートレンズとコリメータレンズとを収納したインテグレートレンズユニットから構成する。また、上記インテグレートレンズユニットのインテグレートレンズ側と、コリメータレンズ側にそれぞれ第1、第2の開口部を設け、第1の開口部を上記光出射孔に着脱可能に構成し、上記導光ファイバを第2の開口部に着脱可能に構成する。そして、インテグレートレンズユニットを上記筐体の光出射孔に取り付けたとき、上記インテグレートレンズの光入射部が上記放電ランプのアークの結像位置に位置し、導光ファイバを上記光出射孔に取り付けたとき、導光ファイバの光入射部が上記インテグレートレンズと上記コリメータレンズとによって投影された上記放電ランプのアークの結像位置に位置するように構成する。

【0025】本発明の請求項1、2の発明においては、上記(1)(2)のように構成したので、径の大きな導光ファイバを用いても、導光ファイバから出射される光

の放射照度を低下させることなく、放射照度の均一化を図ることができる。本発明の請求項3の発明は上記

(3)のように構成したので、導光ファイバを直接上記ランプハウスの光出射孔に取り付けたり、あるいは、インテグレートレンズとコリメータレンズとを収納したインテグレートレンズユニットをランプハウスの光出射孔と導光ファイバ間に設けることができる。このため、例えば、導光ファイバの径を用途に応じて変更したり、導光ファイバの径が大きく、照射範囲の放射照度分布の均一性を良くしたい場合には、上記インテグレートレンズユニットを筐体の光出射孔と導光ファイバ間に設けることができる。また、従来の装置を改造することなく、上記インテグレートレンズユニットを筐体の光出射孔と導光ファイバ間に設置することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は本発明をウエハ周辺部露光装置に適用した実施例を示す図である。同図において、1はランプハウスであり、ランプハウス1には、ショートアーク形の放電ランプ1aと、楕円集光鏡1bが設けられている。放電ランプ1aが放射する紫外光を含む光は、楕円集光鏡1bで集光され、平面鏡1c、シャッター1d、フィルタ1eを介して、リレー光学ユニット2に入射する。リレー光学ユニット2は、レンズ2a、平面鏡2b、レンズ2cから構成されており、上記フィルタ1eを介して入射する光を、放射照度に応じて切り換えられる減光用フィルタ2dを介して、インテグレートレンズユニット10に投影する。

【0027】インテグレートレンズユニット10にはインテグレートレンズ11とコリメータレンズ12が設けられており、インテグレートレンズ11の光入射部はリレー光学ユニット2によって上記放電ランプ1aのアークが結像する位置に配置されている。そして、インテグレートレンズ11に入射した光は、インテグレートレンズ11の作用により放射照度分布がほぼ均一化され、コリメータレンズ12に入射する。インテグレートレンズ11から出射する光は放射照度分布がほぼ均一化されているが、周辺部の光の入射角は大きく、そのまま導光ファイバ3に入射させると周辺部の光の入射角が導光ファイバ3に入射できる角度より大きくなり、効率的に導光ファイバ3に入射しない。

【0028】コリメータレンズ12は、上記インテグレートレンズ11から出射する光を整形し、投影面に対する主光線の入射角が垂直になるようにする。これにより、導光ファイバ3に入射する光の照度分布が均一化されるとともに、導光ファイバ3の周辺部および中心付近に入射する光の入射角が略等しくなる。ここで、導光ファイバ3の開口数をNAとしたとき、導光ファイバ3に入射する最大入射角 β を前記(3)式で求め、前記

(1)式によりインテグレートレンズ11の径Aと導光ファイバ3の径Bの比を定め、また、コリメータレンズ

12の径Cを前記(2)式を満たすように選定することにより、コリメータレンズ12が出射する光を効率的に導光ファイバ3に入射させることができる。

【0029】また、インテグレートレンズ11は、導光ファイバ3の入射端における放射照度分布を均一化するものであり、大型のインテグレートレンズ11を使用する必要はない。すなわち、インテグレートレンズ11の径Aと導光ファイバ3の径Bの比は前記(1)式を満たせばよいので、インテグレートレンズ11から出射する光の最大出射角 α が上記最大入射角 β より大きければ、それに応じて導光ファイバ3の径Bに対するインテグレートレンズ11の径Aの比を小さくすることができる。なお、インテグレートレンズ11の径A、インテグレートレンズ11からの光の最大出射角 α は、要はインテグレートレンズ11から出射する光の大部分がコリメータレンズ12に入射するように設定すればよく、インテグレートレンズ11の径Aとインテグレートレンズ11からの最大出射角 α を厳密に設定する必要はない。導光ファイバ3に入射した光は、上記均一な放射照度で導光ファイバ3により出射端4まで導光され、出射端4に設けられた投影レンズ4aによりレジストが塗布されたウエハW上に投影される。

【0030】図2はインテグレートレンズとコリメータレンズを用いた紫外線照射装置から出射される光の照度分布を示す図である。図2は、同図(a)に示すように、直角な頂部を持ち斜め45°に配置された光照射領域において同図矢印で示した方向の照度分布を示しており、同図(b)はインテグレートレンズとコリメータレンズを用いない場合の照度分布、同図(c)は本実施例における照度分布を示している。同図から明らかなように、インテグレートレンズ11とコリメータレンズ12を用いない場合には、照度分布に±50%の偏差があったが、インテグレートレンズ11とコリメータレンズ12を用いることにより、照度分布の偏差が±10%に改善されている。

【0031】上記説明では、リレー光学ユニット2と導光ファイバ3の間に、インテグレートレンズ11とコリメータレンズ12から構成されるインテグレートレンズユニット10を設置する場合について説明したが、コリメータレンズ12の径Cの最適値は導光ファイバ3の径Bに応じて定まるので、使用する導光ファイバ3の径Bに応じて上記インテグレートレンズユニット10を交換できるように構成しておけば、同一の紫外線照射装置を各種用途に使用することができる。また、導光ファイバ3の径Bが小さい場合には、上記インテグレートレンズユニット10を設ける必要がない場合が多い。

【0032】そこで、上記インテグレートレンズユニット10を着脱可能に構成し、必要に応じてインテグレートレンズユニット10を交換したり、インテグレートレンズユニット10なしでも使用できるようにするのが望

ましい。図3は上記のように、インテグレートレンズユニット10を交換可能とした実施例を示している。同図において、上記図1に示したものと同一のものには同一の符号が付されており、1はランプハウス、2はリレー光学ユニットであり、リレー光学ユニット2はランプハウス出射部1fに取り付けられている。10はインテグレートレンズ11とコリメータレンズ12を備えたインテグレートレンズユニット、31は導光ファイバ3の光入射部に取り付けられたファイバ固定部品である。

10 【0033】同図に示すように、リレー光学ユニット2の端部にはネジ溝2eが設けられており、該ネジ溝2eはインテグレートレンズユニット10のインテグレートレンズ11側の端部に設けられたネジ10aと係合するように構成されている。また、インテグレートレンズユニット10のコリメータレンズ12側の端部にはネジ溝10bが設けられており、該ネジ溝10bは、ファイバ固定部品31に設けられたネジ3aに係合するように構成されている。さらに、リレー光学ユニット2の端部に設けられたネジ溝2eとファイバ固定部品31に設けられたネジ3aに係合するように構成されている。そして、インテグレートレンズユニット10を取り付けたときは、インテグレートレンズユニット10のインテグレートレンズ11の光入射部が上記放電ランプ1aのアー

ークが結像する位置に配置され、また、導光ファイバ3を直接リレー光学ユニット2に取り付けた場合には、導光ファイバ3の光入射部が上記放電ランプ1aのアー

【0034】したがって、インテグレートレンズユニット10を使用する必要がない場合には、ネジ溝2eにファイバ固定部品31のネジ3aに係合させることにより、ファイバ固定部品31をリレー光学ユニット2に直接取り付けることができる。また、コリメータレンズ12の径が異なる複数のインテグレートレンズユニット10を用意しておき、各インテグレートレンズユニット10のネジ10a、ネジ溝10bを、上記リレー光学ユニット2の端部に設けられたネジ溝2e、ファイバ固定部品31のネジ3aに係合するように構成しておけば、導光ファイバ3の径に応じてインテグレートレンズユニット10を交換することができる。

40 【0035】上記実施例では、インテグレートレンズユニット10、ファイバ固定部品31をネジにより取り付ける場合について説明したが、これらを取り付ける方法としてその他周知な各種固定方法を用いることができる。また、上記実施例では、リレー光学ユニット2を用いる場合について説明したが、リレー光学ユニット2を設けず、ランプハウス出射部1fに上記ネジ10a、3aと係合するネジ溝を設け、インテグレートレンズユニット10、またはファイバ固定部品31を、直接ランプハウス出射部1fに取り付けるようにしてもよい。ラン

50 プハウス出射部1fにインテグレートレンズユニット1

0、またはファイバ固定部品31を取り付けた場合は、インテグレートレンズ11の光入射部、または導光ファイバ3の光入射部が、楕円集光鏡1bの第2焦点位置に位置するように配置する。

【0036】図4は本発明を前記したスポットUV照射装置に適用した実施例を示す図である。前記図7に示したものと同一のものには同一の符号が付されおり、本実施例においては、ランプハウス出射部1fにインテグレートレンズ11とコリメータレンズ12から構成されるインテグレートレンズユニット10が設置されており、インテグレートレンズ11の光入射部が楕円集光鏡1bの第2焦点位置に位置するように配置されている。また、導光ファイバ3の光入射部にはファイバ固定部品31が取り付けられており、ファイバ固定部品31は、上記インテグレートレンズユニット10のコリメータレンズ12側の端部に着脱できるように構成されている。

【0037】図5は上記インテグレートレンズユニット10、ファイバ固定部品31の取り付け構造を示す図である。ランプハウス1には筒状に形成されたランプハウス出射部1fが設けられており、ランプハウス出射部1fにインテグレートレンズユニット10が嵌合する。インテグレートレンズユニット10の外周にはネジ止め溝10cが設けられており、ランプハウス出射部1fには、ネジ孔1gが設けられている。そして、インテグレートレンズユニット10をランプハウス出射部1fに嵌合させ、ネジ1hをネジ孔1gに取り付けることにより、ネジ1hの先端が上記ネジ止め溝10cに係合し、インテグレートレンズユニット10が固定される。

【0038】インテグレートレンズユニット10を取り付けたとき、インテグレートレンズ11の光入射部は、ランプハウス1の楕円集光鏡1bの第2焦点位置に位置する。また、インテグレートレンズユニット10のコリメータレンズ12側の端部には、ネジ溝10bが設けられており、ネジ溝10bはファイバ固定部品31に設けられたネジ3aに係合するように構成されている。したがって、上記ネジ3aをネジ溝10bに係合させることにより、導光ファイバ3をインテグレートレンズユニット10に取り付けることができる。さらに、ファイバ固定部品31の外周にはネジ止め溝3bが設けられている。そして、インテグレートレンズユニット10を使用しない場合には、ファイバ固定部品31を上記ランプハウス出射部1fに嵌合させ、前記ネジ1hをネジ孔1gに取り付けることにより、ファイバ固定部品31をランプハウス出射部1fに取り付けることができる。ファイバ固定部品31をランプハウス出射部1fに取り付けたとき、導光ファイバ3の光入射部は、ランプハウス1の楕円集光鏡1bの第2焦点位置に位置する。

【0039】本実施例のスポットUV照射装置は、上記のようにインテグレートレンズ11とコリメータレンズ12から構成されるインテグレートレンズユニット10

をランプハウス出射部1fに設置できるように構成している。導光ファイバ3の光入射部の径が比較的大きな多分岐ファイバを使用しても、前記したように、各導光ファイバから出射される各光の互いの照度差を小さくし、各導光ファイバ3から出射される光の照度分布を均一化することができる。また、比較的径が小さな導光ファイバを使用する場合には、上記インテグレートレンズユニット10を使用せず、直接ファイバ固定部品31をランプハウス出射部1fに取り付けて使用することもできる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、以下の効果を得ることができる。

(1) インテグレートレンズとコリメータレンズにより照度分布を均一化するとともに、導光ファイバへの入射角を整形している。大口径の導光ファイバを使用しても、比較的広い照射範囲の放射照度分布を均一化することができ、ウエハの処理時間を短縮することができる。また、導光ファイバを多分岐して使用する場合においても、分岐された各出射端間における照度のバラツキを小さくすることができる。このため、同じ時間で複数個所を同じ放射照度で光を照射することができ、紫外線硬化型接着剤により接着する場合等において、光むらによる接着剤の未硬化等を防止することができる。

【0041】(2) インテグレートレンズとコリメータレンズから構成されるインテグレートレンズユニットを導光ファイバの光入射端側に設けたので、光出射側が大型化しない。このため、照射範囲、照射形状に応じてインテグレートレンズを設計する必要がなく、また、多分岐ファイバにおいては、各々の出射端にインテグレートレンズを取り付ける必要はない。

【0042】(3) 輝度の高い放電ランプを用いることなく、放射照度を均一化することができるので、輝度の高い短寿命の放電ランプを使用する必要がない。

(4) NA(開口数)の値が小さい石英ファイバを使用した場合であっても、コリメータレンズを使用することで、ファイバの光入射端面において、ファイバの周辺部の入射光の角度を中心部付近の入射光の角度と等しくでき、効率良く光を利用することができるとともに、照射範囲における放射照度分布の均一化を実現できる。

(5) インテグレートレンズとコリメータレンズを一体のユニットとして構成することにより、従来から使用されていた紫外線照射装置の光学系を改造することなく、インテグレートレンズとコリメータレンズを簡単に取り付けることができる。また、上記ユニットをランプハウスの光出射部に取り付けるように構成したので、装置の床面積を増加させることなく上記ユニットを取り付けることができる。さらに、導光ファイバの径が変わっても、対応した口径のコリメータレンズを備えたユニットに簡単に交換することができる。また、特に放射照度分

布の均一性を必要としない場合には、インテグレートレンズとコリメータレンズを取り外して使用することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明をウエハ周辺部露光装置に適用した実施例を示す図である。

【図2】本発明の実施例の照度分布と従来例の照度分布を示す図である。

【図3】インテグレートレンズユニットを着脱可能にした実施例を示す図である。

【図4】本発明を前記したスポットUV照射装置に適用した実施例を示す図である。

【図5】図4においてインテグレートレンズユニットと導光ファイバの取り付け構造を示す図である。

【図6】従来のウエハ周辺部露光装置の構成の一例を示す図である。

【図7】従来のスポットUV照射装置の構成の一例を示す図である。

【図8】導光ファイバの入射光と出射光の照度分布を示す図である。

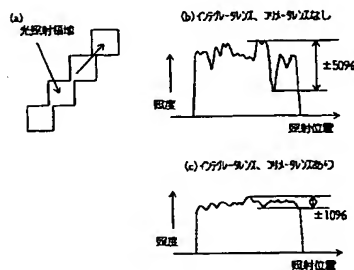
【図9】導光ファイバの径と照度分布の関係を示す図である。

【図10】導光ファイバの入射端側にインテグレートレンズを設けた場合の導光ファイバへの光の入射角を説明する図である。

【図11】コリメータレンズの口径と導光ファイバへの光の入射角を説明する図である。

【図2】

本発明の実施例の照度分布と従来例の照度分布を示す図



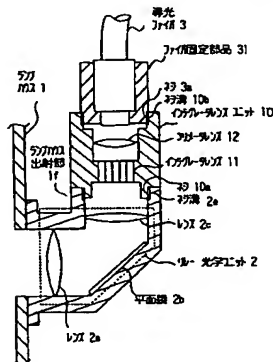
【図12】導光ファイバの開口数を説明する図である。

【符号の説明】

	1	ランプハウス
	1 a	放電ランプ
	1 b	楕円集光鏡
	1 c	平面鏡
	1 d	シャッタ
	1 e	フィルタ
	2	リレー光学ユニット
10	2 a	レンズ
	2 b	平面鏡
	2 c	レンズ
	2 d	減光用フィルタ
	3	導光ファイバ
	4	出射端
	4 a	投影レンズ
	W	ウエハ
	1 f	ランプハウス出射部
	1 0	インテグレートレンズユニット
20	1 1	インテグレートレンズ
	1 2	コリメータレンズ
	3 1	ファイバ固定部品
	2 a, 1 0 b	ネジ溝
	3 a, 1 0 a	ネジ
	3 b, 1 0 c	ネジ止め溝
	1 g	ネジ孔
	1 h	ネジ

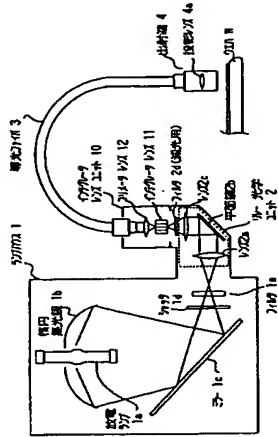
【図3】

インテグレートレンズユニットを着脱可能にした実施例を示す図



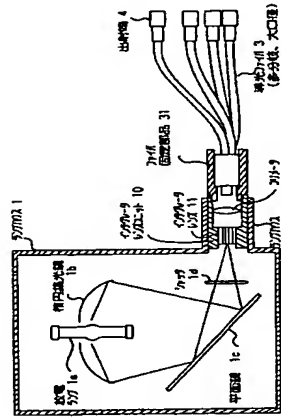
【図1】

本発明をウェハ周辺露光装置に適用した実施例を示す図



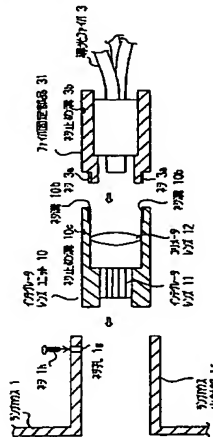
【図4】

本発明を記載したスポットUV照射装置に適用した実施例を示す図



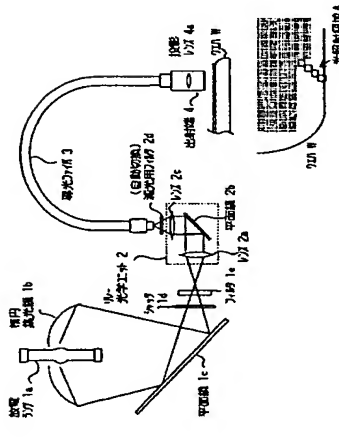
【図5】

図4においてインテグレートレンズユニットと導光ファイバの取り付け構造を示す図



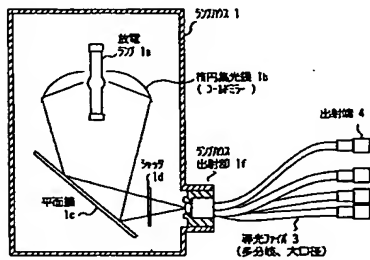
【図6】

従来のウェハ周辺露光装置の構成の一部を示す図



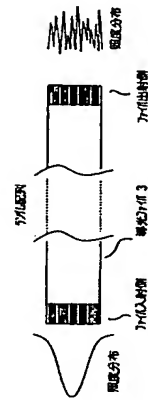
【図7】

従来のスポットUV照射装置の構成の一例を示す図



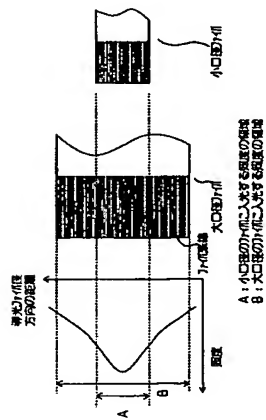
【図8】

導光ファイバの入射光と出射光の照度分布を示す図



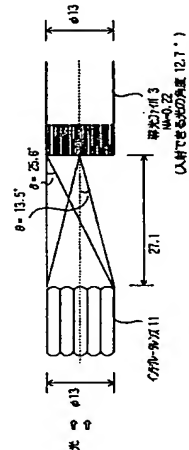
【図9】

導光ファイバの径と照度分布の関係を示す図



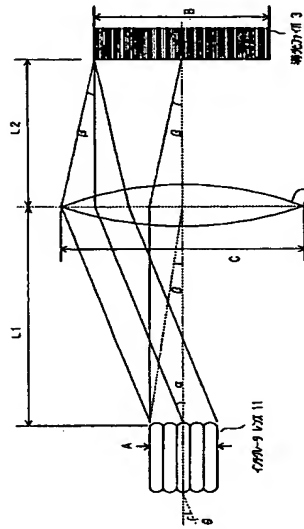
【図10】

導光ファイバの入射端面にインテグレートレンズを設けた場合の導光ファイバへの光の入射角を説明する図



【図11】

コリメータレンズの口径と導光ファイバへの光の入射角を説明する図



【図12】

導光ファイバの開口角を説明する図

